

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 Off nl gungsschrift
①1 DE 3504558 A1

①6 Int. Cl. 4:
C03C 3/062
G 02 F 1/01

②1 Aktenzeich n: P 35 04 558.2
②2 Anmeldetag: 11. 2. 85
④3 Offenlegungstag: 14. 8. 86

Behördeneigentum

DE 3504558 A1

⑦1 Anmelder:
Schott Glaswerke, 6500 Mainz, DE

⑦4 Vertreter:
Rasper, J., Dipl.-Chem. Dr.phil.nat., Pat.-Anw., 6200
Wiesbaden

⑦2 Erfinder:
Hoffmann, Hans-Jürgen, Dr.; Jochs, Werner Walter,
6500 Mainz, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Optisches Glas mit spannungsoptischem Koeffizienten, der proportional zur Wellenlänge elektromagnetischer Strahlung ist

Ein neues optisches Glas mit einem spannungsoptischen Koeffizienten im Wellenlängenbereich zwischen 360 nm und 5300 nm elektromagnetischer Strahlung, der für ein Wellenlängenintervall von mehr als 200 nm proportional zur Wellenlänge ist, mit einer Abweichung von weniger als $\pm 6\%$, besteht aus (Gew.-%)

PbO 60-76, SiO₂ 15-30, B₂O₃ 0-12, GeO₂ 0-5, P₂O₅ 0-5, Li₂O + Na₂O + K₂O + Rb₂O + Cs₂O 0-6, MgO + CaO + SrO 0-8, BaO 0-10, Oxide der seltenen Erden 0-3, Al₂O₃ 0-6, TiO₂ + ZrO₂ 0-5, ZnO 0-4, CdO 0-2, As₂O₃ + Sb₂O₃ 0-3, wobei PbO ganz oder teilweise durch Ti₂O oder Bi₂O₃ ersetzt sein kann.

DE 3504558 A1

3504558

SCHOTT GLASWERKE
Hattenbergstraße 10
6500 Mainz

683

Optisches Glas mit spannungsoptischem Koeffizienten, der
proportional zur Wellenlänge elektromagnetischer Strahlung ist

Patentansprüche:

1. Optisches Glas, gekennzeichnet durch einen spannungsoptischen Koeffizienten im Wellenlängenbereich zwischen 360 nm und 5300 nm elektromagnetischer Strahlung für ein Wellenlängenintervall von mehr als 200 nm proportional zur Wellenlänge mit einer Abweichung von weniger als $\pm 6\%$.
2. Glas nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es folgende Zusammensetzung in Gew.-% auf Oxidbasis aufweist:

PbO	60 - 76 %
SiO ₂	15 - 30 %
B ₂ O ₃	0 - 12 %
GeO ₂	0 - 5 %
P ₂ O ₅	0 - 5 %
Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O + Rb ₂ O + Cs ₂ O	0 - 6 %
MgO + CaO + SrO	0 - 8 %
BaO	0 - 10 %
Oxide der Seltenen Erden	0 - 3 %
Al ₂ O ₃	0 - 6 %
TiO ₂ + ZrO ₂	0 - 5 %
ZnO	0 - 4 %
CdO	0 - 2 %
As ₂ O ₃ + Sb ₂ O ₃	0 - 3 %

3. Glas nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß PbO durch Tl₂O oder Bi₂O₃ ganz oder teilweise ersetzt ist, wobei die Menge an PbO in Mol-% jeweils ungefähr durch die Hälfte der gleichen Menge in Mol-% an Tl₂O oder Bi₂O₃ ersetzt ist.

4. Glas nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß andere nicht explizit aufgeführte Oxide bis zu insgesamt 2 % enthalten sind, und daß bis zu 2 % der Oxide durch entsprechende Halogenide und/oder Chalcogenide und/oder Nitride ersetzt sind.

5. Verwendung eines Glases gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, alleine oder in Kombination mit anderen Materialien, zum Bau von achromatischen Verzögerungsplatten elektromagnetischer Wellen.

BAD ORIGINAL

6. Optisches Glas nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch ein Teilungsverhältnis der Beträge der spannungsoptischen Koeffizienten $K_1(\lambda_1)$ und $K_2(\lambda_2)$ gleich dem der Wellenlängen λ_1 und λ_2 aus dem Wellenlängenintervall zwischen 360 nm und 5300 nm.

7. Glas nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Gehalt an PbO und/oder Tl_2O und/oder Bi_2O_3 so eingestellt ist, daß die Beträge der spannungsoptischen Koeffizienten $K_1(\lambda_1)$ und $K_2(\lambda_2)$ das gleiche Teilungsverhältnis wie die Wellenlängen λ_1 und λ_2 aus dem Wellenlängenintervall zwischen 360 nm und 5300 nm besitzen.

8. Verwendung eines Glases gemäß den Ansprüchen 6 und 7 zur Herstellung von Verzögerungsplatten, die für jeweils zwei unterschiedliche Wellenlängen elektromagnetischer Strahlung gleiche Verzögerung, gemessen im Vielfachen der jeweiligen Wellenlänge, besitzen.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein neues optisches Glas mit einem spannungsoptischen Koeffizienten im Wellenlängenbereich zwischen 360 nm und 5300 nm elektromagnetischer Strahlung, der für ein Wellenlängenintervall von mehr als 200 nm proportional zur Wellenlänge mit einer Abweichung von weniger als $\pm 6\%$ ist.

Durch mechanische Druck- oder Zugspannungen werden isotrope Gläser optisch anisotrop. Bei einachsigen Spannungszuständen ist die optische Achse parallel zur Richtung der Druck- oder Zugspannung. Die Brechzahlen für elektromagnetische Wellen mit Schwingungsrichtung parallel und senkrecht zur Spannungsrichtung n_{\parallel} bzw. n_{\perp} sind in der Regel verschieden. Folglich tritt für diese beiden Polarisationsrichtungen ein Unterschied der optischen Weglänge für elektromagnetische Wellen von $(n_{\parallel} - n_{\perp}) \cdot L$ auf, wobei L der geometrische Weg in dem anisotropen Medium ist.

Die Differenz $n_{\parallel} - n_{\perp}$ ist proportional zur mechanischen Spannung σ mit dem spannungsoptischen Koeffizienten K als Proportionalitätskonstante

$$n_{\parallel} - n_{\perp} = K \cdot \sigma$$

Dies bedeutet, daß sich die Brechzahldifferenz $n_{\parallel} - n_{\perp}$ für die beiden Schwingungsrichtungen elektromagnetischer Wellen durch Wahl eines geeigneten Wertes der Druck- oder Zugspannung einstellen bzw. verändern läßt. Gläser unter solch einem einachsigen Spannungszustand lassen sich für den Bau von Verzögerungsplatten verwenden (P 34 38 607.6). Die Wirkungsweise solch einer Verzögerungsplatte sei anhand von Abb. 1 erläutert: In einer planparallelen Platte P1 wird ein einachsiger Spannungszustand durch eine Druckspannung σ erzeugt. Eine elektromagnetische Welle mit einer Schwingungsrichtung, die um 45° gegen die Span-

nungsrichtung geneigt ist, dringt senkrecht zur Spannungsrichtung und senkrecht zu zwei planparallelen Stirnflächen in die Platte ein. Die elektromagnetische Welle kann man in zwei Teilwellen mit Schwingungsrichtung parallel und senkrecht zur Spannungsrichtung zerlegen. Vor Eintritt der elektromagnetischen Welle in die Glasplatte ist zwischen den beiden Teilwellen kein Phasenunterschied, so daß man durch Überlagerung der beiden Teilwellen wieder auf die ursprüngliche Schwingungsrichtung der elektromagnetischen Welle kommt. In der unter der mechanischen Spannung \mathcal{G} stehenden Platte gibt es aber aufgrund der Brechzahlendifferenz $n_{||} - n_{\perp}$ einen Phasenunterschied zwischen den beiden Teilwellen, der mit wachsendem Weg in der Platte zunimmt. Hat die Platte die Dicke L , so ist der optische Wegunterschied, wenn beide Teilwellen die Platte verlassen:

$$(n_{||} - n_{\perp}) \cdot L = K \cdot \mathcal{G} \cdot L$$

Diesem optischen Wegunterschied entspricht die Phasendifferenz

$$\Delta \varphi = \frac{2\pi}{\lambda} K \cdot \mathcal{G} \cdot L$$

zwischen den Teilwellen.

Bei vielen Materialien ist der spannungsoptische Koeffizient K im sichtbaren Spektralbereich nahezu unabhängig von der Wellenlänge λ der elektromagnetischen Strahlung. Daher hängt die Phasendifferenz $\Delta \varphi$ bei konstanter Spannung \mathcal{G} und konstanter Dicke L der Platte von der Wellenlänge λ ab. Um eine gewünschte Phasenverzögerung zwischen den elektromagnetischen Teilwellen zu erhalten, muß man für unterschiedliche Wellenlängen jeweils die Dicke L der Platte oder die mechanische Spannung \mathcal{G} neu vorgeben. Eine bestimmte Phasendifferenz gleichzeitig für mehrere unterschiedliche Wellenlängen einzustellen, ist in diesem Falle sogar unmöglich.

Ziel der Erfindung ist es, einen Zusammensetzungsbereich für ein optisches Glas zu finden, für das in dem Transmissionsbereich zwischen 360 und 5300 nm der spannungsoptische Koeffizient K in bestimmten Wellenlängenbereichen proportional zur Wellenlänge λ ist. Setzt man die erfindungsgemäßen Gläser unter eine mechanische Spannung, so lassen sich achromatische Verzögerungsplatten herstellen. Solch ein erfindungsgemäßes Glas hat z.B. die Zusammensetzung in Gew.-% und auf Oxidbasis (Beispiel 1)

PbO	71,0 %
SiO ₂	27,3 %
Na ₂ O+K ₂ O	1,5 %
As ₂ O ₃	0,2 %

Aus dem erfindungsgemäßen Glas wurde eine planparallele Platte geschnitten und unter solch eine mechanische Druckspannung gesetzt, daß sich für $\lambda = 496$ nm ein Phasenunterschied von $\pi/2$ für die beiden Teilwellen mit Schwingungsrichtungen senkrecht und parallel zur Spannungsrichtung ergab ($\lambda/4$ -Platte). Bei einer Verzögerung um $\pi/2$ wird aus der unter einem Winkel von 45° zur optischen Achse einfallenden, linear polarisierten elektromagnetischen Welle eine zirkular polarisierte Welle. Ein Analysator hinter der Verzögerungsplatte läßt dann unabhängig von seiner Orientierung nur die Hälfte der relativen Intensität der elektromagnetischen Welle durch. Anhand der durchgezogenen Kurve in Figur 2 erkennt man, daß im Wellenlängenintervall zwischen 472 und 672 nm die Intensität tatsächlich auf die Hälfte der ursprünglichen Intensität mit einer Fehlergrenze von ± 3 % vom Vollausschlag abgesunken ist.

Zum Vergleich ist in Abb. 2 gestrichelt auch die relative Intensität von linear polarisierten elektromagnetischen Wellen nach dem Durchtritt von sowohl einer Verzögerungsplatte, die nicht die Eigenschaft der Achromasie besitzt, als auch eines dahinter geschalteten Analysators eingezeichnet. In diesem Falle ist das

Wellenlängenintervall, in dem die durchgelassene Intensität auf die Hälfte reduziert ist, d.h. die Verzögerung zwischen den beiden Teilwellen $\lambda/2$ beträgt, recht klein. Es geht in diesem - allerdings typischen - Beispiel einer kommerziellen Verzögerungsplatte nur von 476 bis 516 nm.

Durch Wahl einer höheren (niedrigeren) Konzentration an PbO läßt sich das Intervall, in dem die Achromasie-Eigenschaft sehr gut erfüllt ist, zu längeren (kürzeren) Wellenlängen hin verschieben. In diesem Falle werden die Wellenlängenintervalle, in denen die Verzögerungsplatten achromatisch sind, größer (ein wenig kleiner). Die Zusammensetzung eines erfindungsgemäßen Glases, das im Vergleich zu Beispiel 1 eine geringere PbO-Konzentration aufweist, lautet in Masse-% auf Oxidbasis:

PbO	68,6 %
SiO ₂	24,7 %
B ₂ O ₃	2,4 %
Al ₂ O ₃	0,4 %
K ₂ O	1,2 %
Na ₂ O	1,0 %
NaCl	1,0 %
As ₂ O ₃	0,5 %
Sb ₂ O ₃	0,2 %

Für dieses erfindungsgemäße Glas ist der spannungsoptische Koeffizient K zwischen 400 und 600 nm proportional zur Wellenlänge mit einer Abweichung von höchstens 6 %.

Ersetzt man in den erfindungsgemäßen Bleisilikatgläsern PbO ganz oder teilweise durch einen bestimmten Tl₂O- oder Bi₂O₃-Gehalt, so zeigen diese Gläser ebenfalls die beanspruchten Eigenschaften, d.h. der spannungsoptische Koeffizient im Wel-

Wellenlängenbereich zwischen 360 nm und 5300 nm für ein Wellenlängenintervall von mehr als 200 nm ist proportional zur Wellenlänge mit einer Abweichung von weniger als $\pm 6\%$. In diesen Gläsern muß die Menge an PbO in Mol-% jeweils ungefähr durch die Hälfte der gleichen Menge in Mol-% an Tl_2O oder Bi_2O_3 ersetzt werden.

Blei-, Thallium- und Wismutsilicatgläser der beanspruchten Zusammensetzungsbereiche besitzen für zwei vorgegebene Wellenlängen λ_1 und λ_2 aus dem Wellenlängenintervall zwischen 360 nm und 5300 nm spannungsoptische Koeffizienten, deren Beträge das gleiche Teilungsverhältnis haben wie die zugehörigen Wellenlängen λ_1 und λ_2 .

Aus den oben genannten Gläsern können Verzögerungsplatten hergestellt werden, die für jeweils zwei unterschiedliche Wellenlängen elektromagnetischer Strahlung gleiche Verzögerung, gemessen im Vielfachen der jeweiligen Wellenlänge, besitzen.

Die aus den erfindungsgemäßen Gläsern hergestellten Verzögerungsplatten, die nur für ein festes Wellenlängenintervall achromatisch sind, kann man mit anderen Verzögerungsplatten, die nicht achromatisch zu sein brauchen, so kombinieren, daß die Eigenschaft der Achromasie in ein anderes Wellenlängenintervall hinüberschoben wird.

- 9 -

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Nummer:

35 04 558

Int. Cl.4:

C 03 C 3/062

Anm Idetag:

11. Februar 1985

Off nlegungstag:

14. August 1986

- 11 -

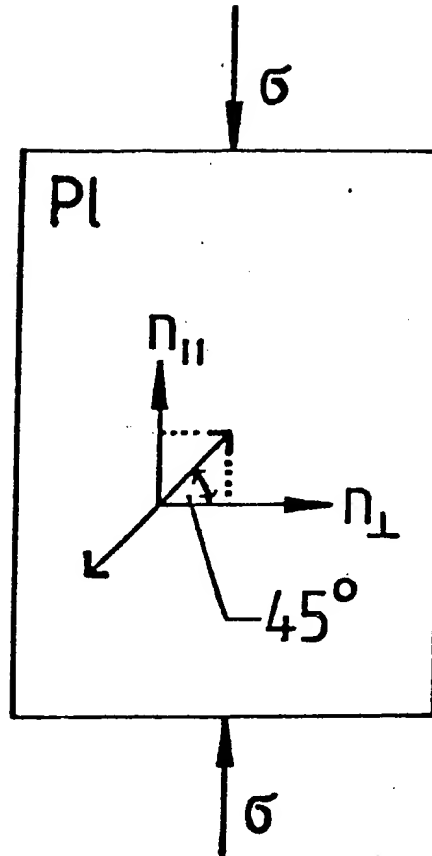


Fig.1

ORIGINAL INSPECTED

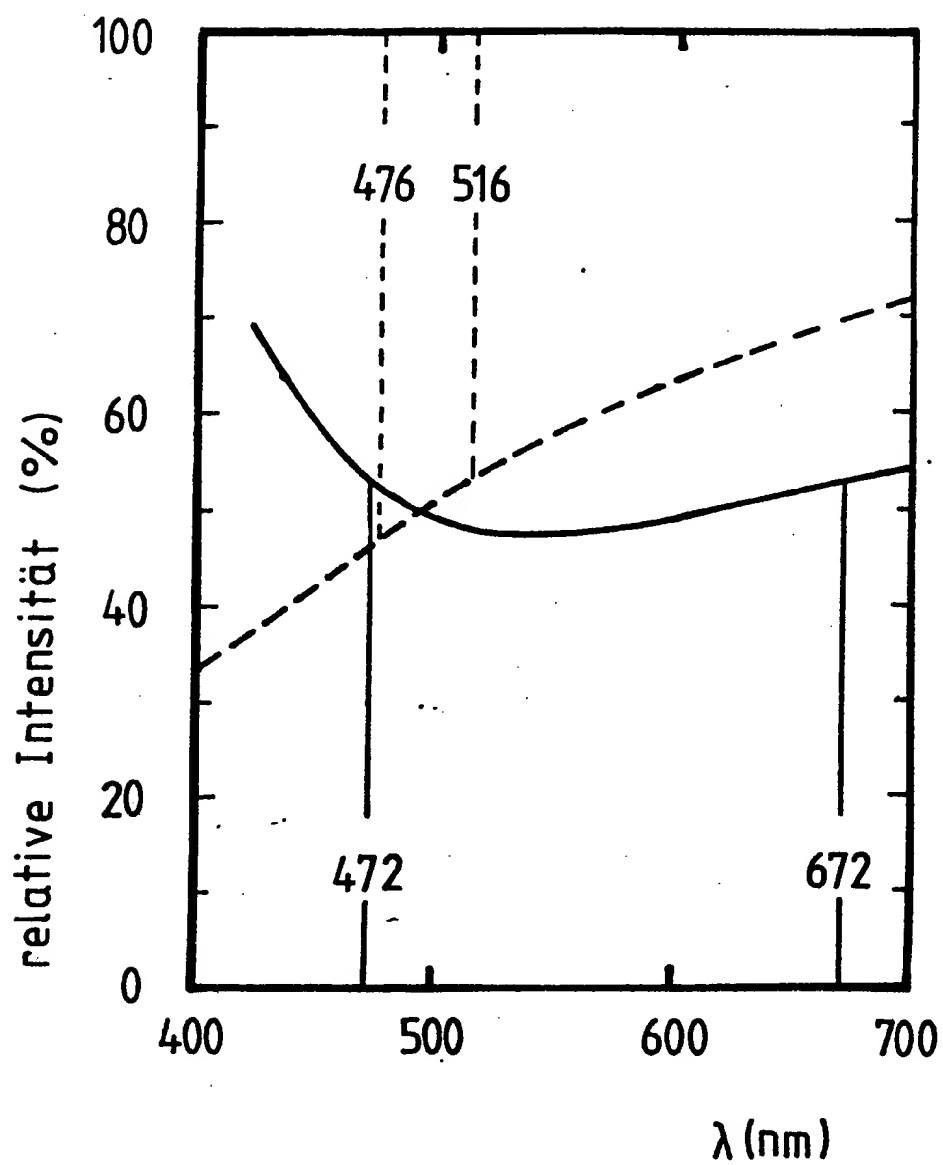


Fig. 2